

工人高级操作技能
训练辅导丛书

热处理工

工人高级操作技能训练辅导丛书编委会 编

机械工业出版社

工人高级操作技能训练辅导丛书

热处理工

工人高级操作技能训练辅导丛书编委会 编

674022/24

工 人 高 级 操 作 技 能 训 练 辅 导 丛 书

热处理工

机械工业出版社

北京机械工业出版社



机械工业出版社

北京机械工业出版社



B 744022

本书是热处理高级技术工人操作技能培训教材。

全书共包括6个单元。概括介绍了热处理生产过程的高级操作技能及知识；重点介绍了主要热处理设备及操作、金相分析、典型材料及复杂零件热处理操作。另外还介绍了解决技术关键问题有关知识、“四新”技术的采用、热处理工段设计及生产质量管理等内容。

本书由上海工具厂宋永作主编，上海机床厂倪振范、上海汽轮机厂章太旭、上海重型机器厂戴自毅、胡照治、上海热处理厂唐宗甲、上海工具厂陈清法、黄少伯参加编写。洛阳轴承厂杨世增主审，上海市机电工业管理局董慎行协审。

热 处 理 工

工人高级操作技能训练辅导丛书编委会 编

责任编辑：王明贤 责任校对：韩 晶

封面设计：肖 晴 版式设计：胡金瑛

责任印制：张俊民

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092¹/₁₆ 印张12¹/₂·字数 300千字

1991年2月北京第一版·1991年2月北京第一次印刷

印数0,001-7,000·定价：6.85元

ISBN 7-111-01986-5/TG·503

工人高级操作技能训练辅导丛书
编 委 会 名 单

主 任 委 员：郭洪泽

副主任委员：李宜春 田国开

委 员：(以姓氏笔划为序)

王美珍	刘葵香	杨晓毅	张惠英
胡有林	胡振中	董无岸	董慎行

前 言

高级技术工人是体力劳动与脑力劳动融为一体的新型的专门人才，是增强企业活力和国家四化建设中的重要技术力量。高级技术工人的状况如何，是企业素质好坏的一个重要标志。

当前，机电工业企业中高级技术工人数量不足、技术素质偏低、年龄偏高、青黄不接、后继乏人，已成为企业生产发展和技术进步的严重障碍。大力开展高级技术工人培训工作，加紧培养一批高级技术工人，尽快改变企业高级工严重短缺的局面，建成一支以中级工为主体、高级工为骨干的技术工人队伍，是进一步发展机电工业的当务之急。

1987年原国家机械工业委员会制定颁布了《工人高级操作技能训练大纲(试行)》，作为机械行业开展高级工操作技能培训的依据。为了帮助企业更好地贯彻《大纲》，提高技能培训质量，并为广大中、高级技术工人自学成才提供方便，现又组织力量编写了《工人高级操作技能训练辅导丛书》。丛书共16种，包括了《大纲》中列入的15个通用技术工种，有车工、镗铣工(镗工部分)、镗铣工(铣工部分)、刨工、磨工、齿轮工、钳工、工具钳工、铸造工、锻工、模锻工、铆工、电焊工、模型工、热处理工和维修电工。

丛书是依据《工人技术等级标准(通用部分)》中有关工种的“应会”部分和《工人高级操作技能训练大纲(试行)》的要求编写的。编写的指导思想坚持了“面向企业，面向生产，自学为主，学以致用”的原则，紧密围绕提高工人的实际操作技能和分析解决生产中实际问题的能力这一根本宗旨，重点介绍了具有代表性和先进性的生产工艺、设备及操作方法、技能技巧，并把有关的技能知识有机地融合进去。

在具体内容的安排上，各书以本工种中级工“应会”为起点，依次介绍了高级工应掌握的复杂设备的调整、试车方法；复杂装置和设备生产岗位的全部操作要求；复杂、典型零件的加工工艺、检查方法和先进的操作技巧；国内外有关的新技术、新工艺、新材料、新设备的推广、应用情况。书中收集列举了大量的操作实例，图文并茂，具有较强的针对性、实用性，有助于工人举一反三，利用所掌握的工艺分析能力、技能知识和操作方法，解决生产中的实际问题，开展技术革新。

丛书是由上海机电工业管理局组织企业的工程技术人员、技工培训教师和优秀的老技师、老工人合作编写的。北京、江苏、河南、湖南、陕西等省、市机械工业企业的有关同志参加了审稿。

编写、出版高级工操作技能训练方面的书，在我国还是第一次，缺乏借鉴，难度很大。为了编好丛书，编、审人员和有关方面付出了艰巨的劳动，谨向他们致以衷心的感谢！并恳切地希望广大技工教育工作者和读者给丛书多提宝贵意见，以便将来修订，使之更好地为高级工培训工作服务。

工人高级操作技能训练辅导丛书编委会

1989年2月

目 录

前言

第一单元 概述	1
第二单元 热处理主要设备	2
(一) 盐浴炉	2
(二) 电阻炉	10
(三) 真空热处理炉	21
(四) 离子渗氮设备	26
(五) 控制气氛热处理设备	30
(六) 感应加热设备	38
(七) 测量仪表	53
思考题	66
第三单元 金相及性能试验	67
(一) 金相显微镜	67
(二) 金相样品的制备	69
(三) 晶粒度的评定	70
(四) 马氏体的评定	72
(五) 珠光体球化组织的评定	75
(六) 碳化物均匀性的评定	76
(七) 渗碳组织的评定	78
(八) 渗氮组织的评定	80
(九) 硬度试验	82
(十) 拉伸试验	84
思考题	85
第四单元 典型材料及复杂零件热处理	86
(一) 典型材料及其热处理	86
(二) 典型复杂零件热处理	120
思考题	153
第五单元 技术关键和新技术、新工艺、新材料、新设备简介	154
(一) 解决技术关键问题的一般方法	154
(二) 新技术、新工艺、新材料、新设备的采用	156
思考题	170
第六单元 工段设计及生产质量管理	171
(一) 工具热处理工段设计	171
(二) 生产管理和质量管理	184
思考题	191

第一单元 概 述

热处理是机械制造中关系到产品质量的一道重要工序。要提高热处理质量,除了有先进的设备、先进的工艺技术和优质的材料外,还必须培养一批掌握高级操作技能的工人。为此,原机械工业部在1985年11月修订的《工人技术等级标准》中列有高级热处理工的应知应会标准。此外,为了加强操作技能培训,机械电子工业部还组织编写了更为具体的《工人高级操作技能训练大纲》。本书就是以上述等级标准和大纲作为依据,突出技能训练,将技能知识和技能训练融汇在一起,并注意到与中级工的衔接,由浅入深,由易到难,便于自学,起到热处理高级工技能训练的辅导作用。

我们认为高级热处理工应比中级热处理工在操作技能上有更高的要求,主要体现在承担关键技术操作、解决关键技术问题和提高工艺分析能力上。本书将一些从实践中积累的操作经验及有关操作技能知识介绍给读者,以供在高级热处理操作技能培训时参考。

对于高级热处理工,主要应掌握以下操作技能:

1. 掌握热处理主要设备的结构和操作技能

热处理设备的类型很多,主要有电阻炉、盐浴炉、真空炉、可控气氛炉、感应热处理设备和测量仪表等。对于电阻炉重点要求掌握箱式电阻炉的设计计算及深井式炉的构造和调试方法;对于盐浴炉则重点掌握埋入式电极盐浴炉及磁性调压器的使用;对于真空炉和可控气氛炉则要求掌握典型炉的结构及操作技能;对于感应热处理设备重点在高频,但考虑到关键大件的感应热处理需采用工频,因此本书对工频设备也作了较为详细的介绍;测量仪表的重点为温度检测,特别对PID调节作了较为详细的介绍。

2. 掌握金相分析的操作技能

热处理本身就是通过加热、保温、冷却等工艺方法,改变材料的内部组织,以达到所需的性能。因此掌握金相试验及金相分析的操作技能是必不可少的。金相操作技能包括两个方面:一是掌握样品的制备技能;二是掌握正常组织和缺陷组织的评定和分析技能。掌握了金相分析的操作技能,有助于工艺分析、质量分析和解决关键技术问题。

3. 掌握典型材料及典型热处理操作技能

热处理操作的类型很多,主要分为普通的淬火、回火等操作、化学热处理操作和感应热处理操作。这些热处理操作技能训练主要是通过典型材料和典型工件热处理为中心而展开,这就是“点名菜谱”的形式。在技能训练中还应重视和培养工艺分析和解决关键问题的能力。

4. 掌握“四新”^①技术知识和具有一定的设计、管理能力

这方面的内容实质上是深化高级工的操作技能知识,扩大视域,使之成为生产、管理和技术革新的能手,不断提高工艺水平,为热处理事业的发展作出贡献。

^① 见第五单元正文夹注。

第二单元 热处理主要设备

内容提示：本单元主要介绍了盐浴炉、电阻炉、真空炉、离子渗氮设备、可控气氛炉、感应热处理炉及测温仪表等设备的结构、原理，调试、故障分析及操作技能。在介绍这些设备的同时，尽量与工艺操作结合起来，使设备有效地为工艺服务。

目的：通过本单元学习，要求对各类有代表性的热处理设备有深入的认识，并对重点的难度较高的先进设备，也要求从发展角度加以掌握，这对提高热处理水平有一定的促进作用。

(一) 盐 浴 炉

1. 盐浴炉的类型和规格

目前盐浴炉是一种应用较为普遍的热处理加热设备。盐浴炉是以熔盐作为加热介质。其特点是结构简单，炉温均匀，加热速度快，炉温的控制和调整比较方便，加热质量好。其不足之处是，零件的装配、夹持等操作较复杂，辅助操作如脱氧、捞渣、更换电极等时间较长，盐浴挥发出的气体影响操作者身体健康，并能腐蚀车间内的设备，不适用于大件的热处理。

盐浴炉按其热源方式，可分为内热式和外热式两种，其中以内热式电极盐浴炉应用最为广泛。

电极盐浴炉的工作原理，是在井式炉膛内插入电极或在炉壁中埋入电极，通过低电压高电流的交流电，借助于熔盐的电阻发出热能，使熔盐达到工作温度。由于电流通过熔盐时产生强电磁循环，促使熔盐翻动，因而使炉温均匀，加热速度快。其中又以埋入式电极盐浴炉最为理想，并有节约能源，延长电极使用寿命和提高炉膛面积的利用率等优点，因而被各工矿企业广泛应用。

埋入式电极盐浴炉按其工作温度，可分为高温(1300℃)、中温(850℃)和低温(650℃)三种类型，其型号和性能见表2-1。

表2-1 埋入式电极盐浴炉型号和技术规格

技术规格	低 温	中 温		高 温			
	RDM-50-6	RDM-25-8	RDM-100-8	RDM-20-13	RDM-35-13	RDM-45-13	RDM-75-13
最高工作温度(℃)	650	850	850	1300	1300	1300	1300
电源电压(V)	380	380	380	380	380	380	380
相 数	3	1	3	1	3	1	3
额定功率(kW)	50	25	100	20	35	45	75
炉膛尺寸(mm)	450×350	300×300	550×400	180×180	200×200	260×240	350×300
长×宽×高	×600	×490	×655	×430	×430	×600	×500
外型尺寸(mm)	1410×1213	1211×1000	1510×1263	1195×960	1187×980	1350×1050	1310×1143
长×宽×高	×1244	×1000	×1309	×1100	×1100	×1280	×1144

2. 埋入式盐浴炉的结构

埋入式电极盐浴炉的结构类型很多,目前常用的有两种型式,即顶埋式和侧埋式。顶埋式电极盐浴炉采用炉体和坩埚可装拆的形式(也可称为埋入式坩埚),这种结构的特点是电极呈“[]”形,布置于离矩形炉子底50mm处,避免炉渣沉积而造成短路,其结构见图2-1。该型的最大优点是坩埚装拆方便,缺点是电极比较复杂。侧埋式电极盐浴炉,电极是从炉体侧面插入炉膛,结构见图2-2。其优点是电极简单,不足之处是电极引出部位易漏盐,必须采用良好的水套冷却,同时更换坩埚较困难。

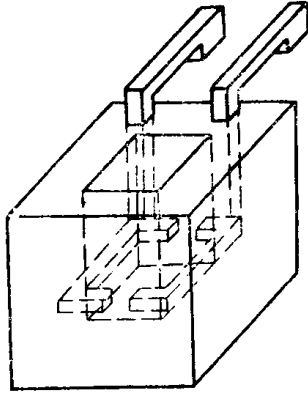


图2-1 顶埋式电极盐浴炉

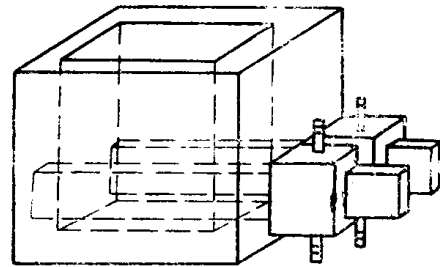


图2-2 侧埋式电极盐浴炉

3. 变压器及控制系统

(1) 变压器 埋入式电极盐浴炉用变压器,我国已系列生产,其型号和技术规格见表2-2。

表2-2 埋入式盐浴炉变压器技术规格

序号	型号	额定容量 (kW)	极数	电压 (V)		电流 (A)		配用盐浴炉型号
				初 级	次 级 ^①	初 级	次 级 ^①	
1	ZUDG2-25-3	25	1	380	13.8	65.8	1810	RDM-20-13
2	ZUDG2-30-3	30	1	380	13.8	79	2160	RDM-25-8
3	ZUDG2-40-3	40	3	380	12.15	61	1900	RDM-35-13
4	ZUDG2-50-3	50	1	380	13.9	132	3600	RDM-45-13
5	ZUSG1-55-3	55	3	380	13.8	83.5	1325	RDM-50-6
6	ZUSG1-80-3	80	3	380	12.4	121.5	7320	RDM-75-13
7	ZUSG1-105-3	105	3	380	13.9	159.5	2520	RDM-100-8

① 用于埋入式电极盐浴炉的变压器的次级电压和次级电流为额定档的值。

表2-2所列埋入式盐浴炉变压器为空冷式盐浴炉变压器,其主要缺点是不能带负载调整电流,必须切断电源后才能进行调档,并且是有级调压,因而操作不方便,炉温的波动也大。为克服这些缺点,目前部分工厂已采用油浸式磁性调压器,它是一种没有机械传动,无触点调压。磁性调压器内除一般变压器初次级绕组外,还有直流控制绕组,如果通入不同大小的直流电后即能改变铁心磁通,从而达到平滑改变次级输出电压的目的。它的最大优点是可带负载进行平滑无级调压,不仅使用方便,而且控温的精确度也高。油浸式磁性调压器的技术规格见表2-3。

表2-3 油浸式磁性调压器技术规格

型 号	额定容量 (kW)	输入电压 (V)	负载电压 (V)	最大输入电流 (A)	最大负载电流 (A)
TDJH-80	80	380	5~35	—	2280
TDJH-100	100	380	5~35	—	2860
TDJH-200	200	380	5~35	—	5720
TSJH-80	80	380	5~35	—	1320
TSJH-100	100	380	5~35	—	1650
TDJF-80	80	380	10~20	250	4000
TDJF-100	100	380	10~25	320	4000
TDJF-200	200	380	10~30	620	6670

(2) 温度控制系统 与磁性调压器 (TDJH、TSJH型) 配套使用的ZWK型 温度控制装置, 在生产中得到应用。ZWK型温度控制装置为一半导体电力变压器, 它与电炉、测温元件组成自动温度控制系统 (也可手动控制)。工作在自动档时, 可进行比例(P)、积分(I)、微分(D)调节, 以达到高精度的调节要求。

温度控制装置又分为ZWKA型和ZWKB型两种, 其工作原理分述如下:

1) ZWKA型控制装置。该控制装置由变压器、可控整流桥、电压调整器、温度指示仪表及控制、保护、报警等电路元件组成。

用手动控制时, 是通过电压调整器手动调节电位来实现的。手动调节电压调整器时, 则电压调整器输出不同移相的触发脉冲, 使晶闸管的导通角相应变化, 由此向磁性调压器绕组提供不同的直流控制电压, 以控制磁性调压器二次电压在指定范围内, 达到调节炉温的目的。

当电压调整器切断开关置于“自动”档时, 触发脉冲是根据给定温度与实际温度的偏差来移相的。使用时, 首先根据工艺要求在仪表上给定温度值, 炉温由测温元件来测得。测温元件测得的温度值反馈到仪表内, 与给定温度值比较, 如果低于给定温度值, 则调节仪输出最大电流(10mA), 使磁性调压器二次电压达到最高。当达到给定温度值时, 输出电流按PID规律由10mA变化到零。这些电流信号输入到电压调整器中, 使其输出不同的移相触发脉冲, 使输入电流电压随之而变化, 磁性调压器的二次电压也改变, 以达到自动控温的目的。

2) ZWKB型控温装置。这种型号的控温装置配用带有记录的仪表, 并配置有相应的控制、保护、指示等单元电路。当拨动开关置于“手动”档时, 输出直流电压的调节由“手动调节”电位器来实现。调节手动调节电位器时, 由单晶体管所组成的弛张振荡器产生的触发脉冲随之而移相, 从而改变了晶闸管的导通角, 以调节磁调的二次电压来控制炉温。

当开关置于“自动”位置时, 用仪表直接给定温度值, 由测温元件所测得的讯号输入比较器, 其差值讯号经晶体管放大后, 驱动可逆电动机自动达到平衡。若用在只带电触点的仪表, 如XWB-101和XWG-101仪表上, 由于这些仪表表面带有附加微动开关, 还可以根据需要利用“上限调节”和“下限调节”电位器先给定温度范围。当炉温降到下限值时, 下触点接通, 使触发器脉冲控制角前移, 输出电压升高。当炉温升到上限值时, 则另一路接通, 使输出电压降低, 即进行位置式调节, 以保证炉温控制在最佳范围内。

4. 磁性调压器与盐浴炉的验收和调试

(1) 磁性调压器的验收

- 1) 磁性调压器的次级电压应在5.5~35V。
- 2) 磁性调压器的内阻应小于盐浴的电阻, 否则变压器的功率输不出来, 变压器还会发热。
- 3) 变压器与盐浴炉之间应控制一定距离, 不能太远, 否则变压器的功率就会消耗在铜排上。
- 4) 变压器的接地应该良好。

(2) 盐浴炉的验收

- 1) 电极的导电面积是否足够。
- 2) 盐浴炉的炉膛容积是否符合设计要求。
- 3) 炉体的保温隔热是否良好。

在验收变压器和盐浴炉两项主要设备的同时, 还要检查电器控制系统, 控制温度仪表的运行情况是否良好。

(3) 设备调试 设备调试主要按4个方面进行。

- 1) 温度调试。浴炉能否达到设计的最高温度, 即在正常运转情况下, 保证达到最高温度值。
- 2) 工作效率调试。即调试盐浴炉的升温速度, 按工艺规定的时间达到工艺温度值, 以保证盐浴炉的生产能力。
- 3) 安全性调试。即变压器、炉体接地是否良好, 安全电压是否控制在5.5~35V内。
- 4) 节能性能。炉体结构必须采用热容量小、热导率低的绝热材料(如轻质砖、硅酸铝纤维等), 在运行过程中炉壳、侧壁等部位的温度控制在范围以下: 即工作温度在1000℃以下, 不能超过50℃; 工作温度在1000℃以上时, 不能超过80℃。

5. 常见故障及排除

(1) 电气故障及排除

- 1) 盐浴炉启动时无电流
 - ① 首先检查网路电源是否接通。
 - ② 检查变压器输出连接铜板与主电极的接触点是否良好及变压器的调档触点是否良好(磁性调压器无调档接点)。
 - ③ 检查辅助电极与主电极的接触是否良好。

2) 盐浴炉在使用过程中突然断电

- ① 检查控制柜吸铁开关是否正常, 触点是否良好。
- ② 检查控制柜的保险丝是否正常, 如发现烧断要及时更换。
- ③ 如果控制线路或仪表有问题, 请电工和仪表工进行修理。

(2) 盐浴炉故障及排除

- 1) 盐浴炉升温速度达不到工艺要求。其原因及排除故障的措施如下:
 - ① 装炉数量过多, 使炉温下降很多。应严格控制装炉数量。
 - ② 电极使用时间过长, 在高温下逐渐腐蚀或熔化, 使导电面积减小, 导致升温速度减慢。应按使用期限及时更换电极。
 - ③ 电极间的距离过大。电极之间应保持一定距离, 不能太大(主要是指插入式)。
- 2) 电极熔化。其原因及排除故障的措施如下:

① 盐浴温度失控，使炉温升得很高导致电极熔化。应经常注意炉温变化，发现温度过高时应立即切断电源。

② 炉渣没有及时清除，引起电极间短路而造成电极熔化。应坚持每工作8h脱氧并清除炉渣1次。

3) 坩埚漏盐。其原因及排除故障的措施如下：

① 严格控制坩埚的使用期限，不能超期使用。

② 要经常注意电极冷却水套是否良好，防止电极温度过高而引起电极处浴盐外溢。

6. 电极盐浴炉的维护保养和安全操作

(1) 维护保养

1) 新炉在使用前必须将坩埚烘干，在开始使用时应采取分段升温的方法，即加热到略高于盐的熔点温度保温数小时，然后再升高100℃保温2h，再逐步升高到工作温度。

2) 炉壳和变压器应妥善接地，铜排和电极柄接触应良好，防止电极柄和铜排烧坏。电极上严禁放置导电物体和其它物体，防止变压器短路。

3) 应经常注意保持炉体、变压器、开关柜及控制箱的整洁，并经常检查坩埚、水冷装置的使用情况，防止盐液和冷却水的渗漏。

4) 经常注意变压器中的油温（油温不能超过60℃），如果油温过高应采取降温措施。

5) 淬火零件应选择适当的夹具及合理的绑扎后才能入炉加热，防止零件落入坩埚而使电极短路。如有不慎零件落入坩埚内应立即切断电源及时捞取。

(2) 安全操作

1) 操作者首先要穿戴好劳动保护用品。

2) 零件入炉加热前应烘干，确保没有水分，以免盐浴飞溅伤人。

3) 向盐浴添加新盐时或加脱氧剂时，应烘干，然后少量加入。

4) 严禁将硝酸盐带入中性盐浴或将氰盐带入硝酸盐中。

5) 各类盐，特别是有毒盐类，必须妥善存放，并有专人保管，浴炉附近应配有急救药品和灭火器材。

6) 使用有毒浴剂时，应对有毒浴剂、所有容器、工夹具及工作服等进行严格消毒。

7) 盐浴炉应有良好的抽风装置，特别是高温炉，以除去有害气体，保护操作者的身体健康。

8) 各类零件、夹具应分门别类（按品种规格）堆放整齐。

7. 盐浴热处理操作

盐浴热处理操作包括淬火前的准备，预热，淬火加热，冷却和回火。

(1) 淬火前的准备

1) 根据零件的形状、尺寸选择适当的淬火夹具，并按工艺规定的数量装夹，使零件在加热时受热均匀。

2) 待淬火的零件及夹具应无锈迹，对带有锈迹的零件和夹具应经喷砂或浸酸处理，将锈迹除去。

3) 对不同钢种的零件应进行严格分隔，以免混错。

4) 严禁带硝酸盐的夹具进入浴炉。

(2) 淬火预热

- 1) 首先要看清零件的规格和钢种。
- 2) 根据不同钢种和规格调节好预热温度和时间, 并检查控温仪表运行是否正常, 如有不正常情况应暂停零件预热。
- 3) 如发现零件和夹具带有水分, 应采取烘干措施。
- 4) 根据零件的结构、技术要求, 按工艺规程选用不同的预热方法, 如局部预热或全部预热, 一次预热或二次预热, 并控制预热的部位。
- 5) 操作时应细心谨慎, 要选择正确的加热方法, 以减少零件的变形。

(3) 淬火加热

- 1) 检查加热盐浴炉内的氧化物含量, 应控制在规定的范围之内(一般氧化钡控制在0.5%以下, 表面质量要求高的零件控制在0.3%以下), 如不符合上述要求, 必须进行脱氧处理。
- 2) 要检查控温仪表运行是否正常, 如有不正常情况应经检修后, 待运行正常后方可淬火加热。
- 3) 应按不同钢种、零件规格大小、形状复杂程度和技术要求, 按工艺规程选择淬火加热温度。并应经常注意影响炉温变化的因素, 如升温电流、盐浴的翻动情况、热电偶及辐射高温计的位置等是否正确, 发现问题及时调整。
- 4) 严格按工艺控制加热时间, 在加热过程中, 应注意保温时间是否充分, 若保温时间不足, 应适当延长加热时间。
- 5) 在大批量淬火中应进行首件金相和硬度检查或试样检查, 如有不正常情况, 立即调整加热温度, 再进行试淬, 待金相、硬度正常后, 才能继续进行淬火。并在以后的继续淬火过程中, 按一定时间间隔进行抽查, 以保证热处理质量的稳定。
- 6) 对局部加热的多个零件, 要保持加热深浅相互一致。如果零件的尺寸较大, 加热时间较长, 应采取逐步下盐改变加热线的方法, 以防止加热线产生腐蚀麻点。
- 7) 零件在淬火加热时, 应尽量使零件保持正确的加热方式, 减少零件变形。

(4) 淬火冷却

- 1) 根据不同钢种、零件的形状和大小, 正确选择不同淬火冷却介质和冷却方法。如碳素钢, 一般选用盐水溶液或三硝水溶液等; 合金钢, 一般选用油或硝酸盐分级和等温冷却; 高速钢, 常用分级和等温冷却。
- 2) 零件从加热炉中取出至冷却介质中冷却时的操作应平稳, 不能有碰撞和失落, 冷却过程中零件应呈正确位置。
- 3) 零件的淬火冷却时间, 应根据不同钢种、不同类型零件按工艺执行。如高速钢分级冷却时间与高温炉加热时间相同; 碳素钢零件用单液冷却应控制在冷却液中的停留时间。
- 4) 淬火后的零件应正确存放, 操作过程中应轻拿轻放以免碰坏。

(5) 回火

- 1) 经淬火清洗后的零件, 在回火前应进行检查, 如发现清洗不净, 则需重新清洗, 直至零件表面无盐才能进行回火。如果淬火冷却是在硝酸盐浴中进行, 且又是在硝酸盐浴炉中回火, 则零件可不进行清洗。
- 2) 为避免残留奥氏体的陈化稳定和及时消除淬火应力, 应及时进行回火。一般在8h内必须回火1次, 对易开裂零件应冷至100℃左右就进行回火。如遇特殊情况不能进行及时回火, 则最多不能超过24h。

3) 根据钢种、规格和技术要求, 使用不同回火温度、回火时间和回火次数。如高速钢, 一般采用540~560℃回火3次, 每次回火保温60min。总之, 应根据零件的技术要求选择适当的回火工艺。

4) 若需进行几次回火的零件, 每一次回火都需冷至室温后才能进行下一次回火。

5) 回火后的零件必须进行金相组织检查, 如发现回火组织转变不充分, 则必须进行补充回火。

6) 回火操作者必须经常进行巡回检查, 控制温度仪表的运行情况和回火浴炉内的温度变化情况, 以防止仪表失控。

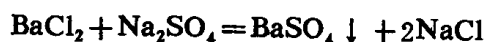
7) 回火过程中, 应注意防止零件变形, 特别是细长易变形的零件。装网时, 应经整理, 最好是垂直吊放, 如拉刀、轴类零件等, 都应垂直吊放, 同时装炉的数量也不能太多。

8. 热处理三废处理

在热处理生产过程中, 会产生各种有害气体、废水和废渣, 它们将会污染环境和影响人体的健康。

(1) 氯化钡废水处理 氯化钡易溶于水, 水溶液呈中性。可溶性的钡盐溶液有毒, 中毒时发生呕吐腹泻、内溢血等症状, 0.8g的钡盐就可以致人死亡。

1) 氯化钡废水处理的基本原理 在氯化钡废水中添加一定量的硫酸钠, 使其生成不溶于水的无毒硫酸钡沉淀, 其化学反应如下:



将沉淀物定期排除, 处理过的水清晰干净, 符合排放要求, 也可重新回用, 达到节约用水和节约能源的目的, 并无二次污染的情况。

2) 处理方法 氯化钡废水处理操作简单, 首先根据化学分析方法确定氯化钡在废水中的百分含量, 计算硫酸钠的理论加入量, 然后将硫酸钠溶解于水, 缓慢均匀地加入含氯化钡的废水中, 经过轻微搅动, 静置2~3h, 取样分析, 符合要求(小于0.1% BaCl₂)后排放。

3) 注意事项

① 硫酸钠的加入量。氯化钡废水处理的关键是硫酸钠的加入数量, 加入数量过多, 会造成浪费; 加入数量过少, 则达不到处理效果。硫酸钠加入数量可按下列公式计算

$$W = \frac{M_1 GT}{M_2}$$

式中 W——Na₂SO₄加入量(kg);

M₁——Na₂SO₄的分子量142;

M₂——BaCl₂的分子量208;

G——废水的总重量(kg);

T——废水中BaCl₂的百分含量。

根据以上计算加入的硫酸钠量处理后, 废水中氯化钡含量可达到所要求。

② 处理过程中的轻微搅拌能加速化学反应。如果是剧烈搅拌反而影响反应的效果。

4) 设备。氯化钡废水处理设备比较简单, 可根据各单位的具体情况, 因地制宜选用。对氯化钡废水不多的工厂, 可直接在清洗槽中进行处理。对氯化钡废水量较多的工厂, 可根据废水的总重量来制造一只或几只储废水槽进行处理。

(2) 发黑废水处理 发黑处理过程中采用了酸、碱、油等化工原料。这些化工原料的

使用，严重污染了水质。发黑废水量大，必须经过处理后才能排放。

目前国家对某些有害物质的排放还没有统一的标准，但有暂时的排放要求，如表2-4。

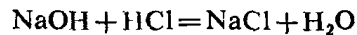
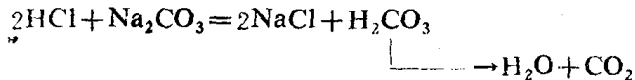
表2-4 有害物质排放要求

有害物质指标名称	pH 值	COD	SS	油	色度
排放要求	6~9	高法50mg/L 铬法100mg/L	<500mg/L	<10mg/L	无色清晰

根据对发黑废水的多次实测得知，它的特点是酸性碱性变化不定，铁的杂质悬浮性较严重，液面上有油花，颜色时蓝时黄，pH值变化较大。对废水处理的方法如下：

1) 按照以废治废的原则和尽量降低成本的精神，先将含碱或含酸的废水集中在中和槽中暂时停留，让其自然中和。

2) 酸碱自然中和，经常达不到pH值6~9范围，则必须调整pH值。通过SJ-1型水质连续监测仪来自动监测和记录（或广泛采用pH试纸测定）。如果废水呈酸性，则加碳酸钠处理；如呈碱性，则加盐酸处理，其化学反应如下。

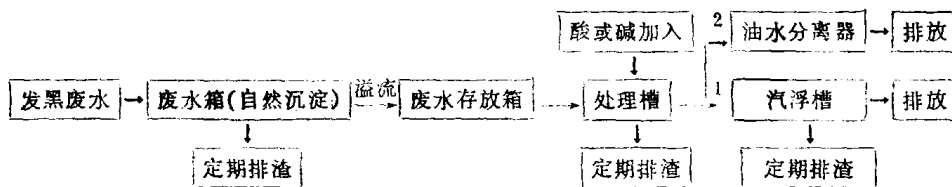


通过酸碱中和处理后的废水，让其静置4~5h，密度较大的三氯化铁屑等杂质自然下沉，使废水变得比较清晰。

3) 废水中的油和海绵状铁，采用气浮法原理去除油和悬浮物。一般情况下废水中含油量在50mg/L以内，用气浮法完全可以解决。如废水中含油量大于50mg/L时，则必须用油水分离器除油。

4) 废水处理流程和操作

① 废水处理的工艺流程图如下：



② 操作注意事项：pH值的控制是发黑废水预处理的关键，当发黑废水呈酸性时，加一定量的碳酸钠，很容易达到pH值在7.5~9之间，一旦碱性强时，加一定量的盐酸，但要求加酸比较严格。如果多加了一点，废水的pH值会立即呈强酸性，此时再加碱中和，一方面加入碱的量要多，同时使废液呈红棕色粥样沉淀渣，造成以后的处理发生困难。

SJ-1型水质连续监测仪的触头非常容易老化，应经常注意清洗和调换，并常用pH值试纸测定的pH值作对比分析。国家环保规定的pH值是6~9。但在处理时尽量将发黑废水pH值调整到微碱性（pH值7.5~9之间），使气浮处理效果更为理想。

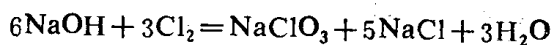
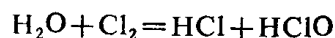
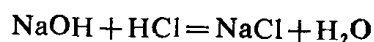
5) 设备。发黑废水处理关键需要两套设备，即一套预处理设备，它主要是解决废水的pH值的调整和渣的排除。另一套设备是解决油悬浮物和色度。通过两套设备处理，可以达到国家的排放要求。

(3) 氯化钡废气处理 氯化钡盐是无色有光泽的单斜晶体,有毒。在加热熔化后,逐步分解挥发,尤其是高温状态下,分解挥发加剧,分解出氯化氢和氯气。氯化氢是无色气体,有刺激性气味,氯气是黄绿色气体,有窒息性臭味,激烈作用于粘膜,具有毒性。它能溶于水和碱溶液。一般操作场所空气中含氯量不得超过0.001mg/L。氯化钡废气控制指标如表2-5所示。

表2-5 氯化钡废气控制指标

有害物质名称	车间允许最高浓度 (mg/m ³)	烟囱不同高度(m)最大允许量 (kg/h)			
		10	20	30	40
氯	1	0.3	1.2	2.8	5.0
氯化氢	15	0.2	0.6	1.4	2.5

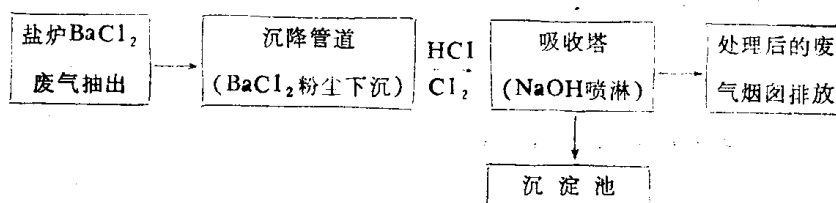
1) 氯化钡废气处理的基本原理。利用15kW5*风机(2800r/min)将氯化钡废气从炉子抽出至沉降管道,使氯化钡粉尘自然沉降。HCl和Cl₂气则进入吸收塔,用5%NaOH溶液喷淋吸收。塔内装有若干层水平隔板,板上有许多小孔,形状如筛子。吸收液由塔顶进入,经筛孔逐板下降,并在板上积存液层;废气由塔底进入,经筛孔上升,穿过液层,鼓泡而出,两者充分接触,发生如下化学反应:



HClO很不稳定,有强氧化性,可以使溶液反应后的红色铁锈色变淡。

2) 氯化钡废气处理方法

① 废气处理的工艺流程图如下:



② 操作方法:氯化钡废气处理前,首先检查吸收槽内NaOH溶液的水位应在规定高度,并使溶液的pH值保持在11左右。添加浓碱时应缓慢加入,浓度控制在5%左右,使其达到良好的吸收效果。吸收槽内水位和浓度调节好后,即可开动吸风电机,进行处理。

③ 注意事项:吸收槽内的碱液浓度是氯化钡废气处理的关键,碱液浓度低时,吸收效果差;碱液浓度过高,在筛板上筛孔内形成的碱膜较厚,氯化氢和氯气经筛孔上升穿过液层较为困难,也不利于废气处理。操作者应经常检查吸收槽的水位高低,经常将水位调整到规定高度。

(二) 电 阻 炉

热处理电阻炉是利用电热元件在通电时发出的热量对工件进行加热的设备。

1. 箱式电阻炉的类型和规格

(1) 箱式电阻炉的分类 箱式电阻炉通常分中温箱式电阻炉和高温箱式电阻炉两大类。

中温箱式电阻炉的最高使用温度为950℃，主要采用0Cr25Al5、Cr20Ni80等电热合金作加热元件。其中铁铬铝合金有使用温度高，电阻率大而电阻温度系数小，单位表面负荷高和价格较低的优点，而其缺点是高温强度低，使用一段时间后会因晶粒长大而变脆、损坏。螺旋状电阻丝在长期使用后还会发生沿长度方向缩短的现象，并难以校正，这往往使炉温均匀性变坏。

高温箱式电阻炉按最高使用温度可分为1200℃和1350℃两种。1200℃的箱式炉是采用耐热性更好的电热合金作为加热元件，如Cr27Al7Mo2、Cr23Al6COZr等。这些电热合金不仅抗氧化性好，而且有好的抗渗碳能力。1350℃的箱式电阻炉是采用硅碳棒作电热元件，对炉衬材料也有更高的耐火要求。

(2) 箱式电阻炉的型号、规格 箱式电阻炉标准系列产品有代表性的型号和规格分别列于表2-6和表2-7中。

表2-6 950℃和1200℃的箱式电阻炉型号和规格

型 号	额定功率 (kW)	额定电压 (V)	相 数	元件接法	最高工作温度 (℃)	空炉升温 时间(h)	最大载重 (kg)	炉膛尺寸 (长×宽×高) (mm)
RX2-30-9	30	380	3	Y	950	≤2.5	200	950×450×350
RX3-45-9	45	380	3	Y	950	≤2.5	400	1200×600×400
RX3-60-9	60	380	3	YY	950	≤3	700	1500×750×450
RX3-75-9	75	380	3	YY	950	≤3.5	1200	1800×900×550
RX3-45-12Q	45	380	3	Y	1200	≤3	100	950×450×350
RX3-90-12	90	380	3	Δ/Y	1200	≤4	400	1500×750×450

注：各型号中如尾注有Q，则表示可通保护气体。

表2-7 1350℃的箱式电阻炉型号和规格

型 号	额定功率 (kW)	额定电压 (V)	相 数	元件接法	最高工作温度 (℃)	空炉升温 时间(h)	最大载重 (kg)	炉 膛 尺 寸 (长×宽×高) (mm)
RX2-14-13	14	380	3	YY	1350	≤2	120	520×220×220
RX2-37-13	35	380	3	YYY	1350	≤2.5	500	810×550×370

2. 箱式电阻炉的结构

箱式电阻炉除测温仪表及电气控制系统外，炉体部分主要包括：炉壳、炉衬、炉门、电热元件、炉门起闭机构及炉内的各种耐热构件等。图2-3是中温箱式电阻炉的典型结构。

(1) 炉壳 一般由3~6mm厚的普通低碳钢板、角钢和槽钢等型材组焊而成，起着对整个炉体的支承固定作用。

(2) 炉门 炉门包括炉门框板，可用普通铸铁制作，也可以用钢板焊接而成。

(3) 炉衬 由耐火砖砌成的耐火层和由绝热砖、绝热填料构成的绝热层所组成。中温箱式电阻电炉目前广泛采用密度为0.6g/cm³高强度超轻质耐火砖作耐火层，用硅酸铝纤维和蛭石粉作绝热层。1200℃的高温箱式电阻炉采用密度不大于1.3g/cm³的轻质粘土砖作耐火层，用耐火度较高的绝热砖和硅酸铝纤维作绝热层。1350℃的高温箱式电阻炉，目前还没